



㉑ Anmelder:
ABB Research Ltd., Zürich, CH

㉒ Vertreter:
Lück, G., Dipl.-Ing. Dr.rer.nat., Pat.-Anw., 79761
Waldshut-Tiengen

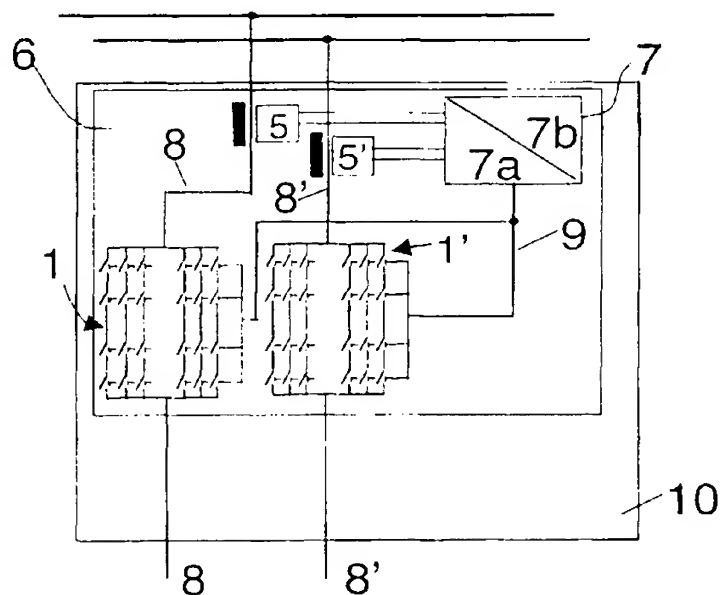
㉑ Erfinder:
Strümpler, Ralf, Dr., Gebenstorf, CH; Greuter, Felix,
Dr., Baden-Rüti, CH

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Elektrische Fehlerstromschutz-Schalteinrichtung

⑤7 Die Erfindung betrifft eine neue Fehlerstromschutz-Schalteinrichtung, bei der der oder die Schalter 1, 1' zur Unterbrechung des oder der Ströme in den überwachten Strompfaden 8, 8' jeweils zumindest ein Mikrorelais 3 aufweisen.



Beschreibung

Diese Erfindung betrifft eine elektrische Schalteinrichtung zum Fehlerstromschutz.

Konventionelle zweipolige Fehlerstromschutzschalter (FI-Schalter) bestehen im wesentlichen aus einer Induktionsspule zur Erfassung einer Stromasymmetrie zwischen z. B. einem Phasenleiter und einem Nulleiter einer Haushaltsstromversorgung. Dabei werden die Ströme in den Leitern unter Berücksichtigung ihrer Richtung addiert. Wenn die Summe deutlich von Null verschieden ist, d. h. über einem bestimmten Schwellenwert liegt, wird ein konventioneller elektromagnetischer Relaischalter ausgelöst. In diesem Fall muß nämlich davon ausgegangen werden, daß der über dem Schwellenwert liegende Fehlerstrom durch einen unzulässigen Kurzschluß, Erdkontakt oder Kriechstrom bedingt ist.

Der Erfindung liegt das technische Problem zugrunde, eine neue verbesserte Fehlerstromschutz-Schalteinrichtung anzugeben.

Erfindungsgemäß wird dieses Problem einerseits gelöst durch eine elektrische Fehlerstromschutz-Schalteinrichtung mit einem ersten Mikrorelaischalter in einem ersten Strompfad und einer Auswerteinrichtung zum Empfangen und Auswerten von Signalen eines den Strom durch den ersten Strompfad erfassenden ersten Stromsensors und eines einen Strom durch einen zweiten Strompfad erfassenden zweiten Stromsensors durch Vergleich untereinander und Öffnen des ersten Mikrorelaischalters ansprechend auf ein Resultat der Auswertung, und andererseits durch eine elektrische Fehlerstromschutz-Schalteinrichtung mit einem ersten Mikrorelaischalter in einem ersten Stromkreis und einem einen Gesamtstrom durch den ersten Strompfad und zumindest einen zweiten benachbarten Strompfad erfassenden ersten Gesamtstromsensor und einer Auswerteinrichtung zum Empfangen und Auswerten eines Signals des ersten Gesamtstromsensors und Öffnen des ersten Mikrorelaischalters ansprechend auf ein Resultat der Auswertung.

Ausgestaltungen der Erfindung sind den verschiedenen abhängigen Ansprüchen zu entnehmen.

Die Erfindung geht von der Grundidee aus, daß der Einsatz von Mikrorelaischaltern in einer Fehlerstromschutz-Schalteinrichtung verschiedene wesentliche Vorteile mit sich bringt. Ein Mikrorelais als solches ist Stand der Technik. Dabei handelt es sich um einen elektrisch betätigten Miniaturschalter, der jedoch im Gegensatz zu einem Transistor ein mechanischen Schalter mit zumindest einem beweglichen Kontaktstück ist. Dabei wird die mechanische Bewegung dieses Kontaktstücks durch ein elektrisches Signal hervorgerufen. Für die Umsetzung kommen verschiedene Mechanismen in Frage. Bevorzugt sind hier insbesondere elektrostatisch betätigte Mikrorelaiszellen. Es können jedoch auch elektromagnetische Vorrichtungen verwendet werden, bei denen im allgemeinen planare Spiralspulen mit ferromagnetischen beweglichen Kontaktstücken verwendet werden. Auch piezoelektrische Mikrorelais sind möglich, benötigen jedoch hohe Ansteuerspannungen.

Als konkretes Beispiel für eine mögliche Technologie für eine elektrostatisch betätigte Mikrorelaiszelle wird verwiesen auf ein von Siemens publiziertes Si-Mikrorelais (H. I. Schlaak, L. Arndt, J. Schmukat, M. Hanke, Proc. Micro System Technology 96, 1996, Seiten 463-468). Es wird weiterhin verwiesen auf R. Allen: "Simplified Process is Used to Make Micromachined IEE-like Four-Terminal Microswitches and Microrelays" in Electronic Design, 8 July, 1996, Seite 31 sowie auf "Micromechanic Membrane Switches on Silicon" von K. L. Petersen, IBM J. R&S. DE-VLTOP, Band 23, Nr. 4, Juli 1979, Seiten 376-385. Der Offenbarungsgel-

halt dieser und der im Folgenden zitierten Quellen ist in dieser Anmeldung mitinbegriffen.

Bei dieser Erfindung bezeichnet der Begriff Mikrorelaischalter nun sowohl aus einem einzelnen Mikrorelais bestehende Schalteinrichtungen als auch Schalteinrichtungen, die zwei oder mehrere Mikrorelais enthalten. Hierauf wird im Folgenden noch einmal Bezug genommen.

Zurückkommend auf die erwähnten Vorteile der Mikrorelaischalter, sind zunächst erheblich schnellere Schaltzeiten im Bereich von beispielsweise 100-200 µs möglich anstelle von Reaktionszeiten der konventionellen Fehlerstromschutz-Schalter von über 25 ms. Insbesondere in Anbetracht der Sicherheitsfunktion von Fehlerstromschutz-Schalteinrichtungen ist dieser Aspekt von großer Bedeutung.

Weiterhin lassen sich die Mikrorelaischalter im Vergleich zu konventionellen elektromagnetisch betätigten Relais mit außerordentlich geringen Bauteilgewichten und -volumina realisieren. Insoweit bieten sie sich für den Einbau in technische Umgebungen an, in denen ein konventioneller Fehlerstromschutz-Schalter entweder zu einer deutlichen Erhöhung des Gewichts oder des Volumens führen würde oder grundsätzlich nicht verwendbar wäre. Ein Beispiel sind kleinere elektronische Geräte, Steckverbindungen z. B. an Kabeln, Standardgehäuse für Steckverbindungsbuchsen z. B. zur Wandmontage usw.

In diesem Zusammenhang ist schließlich zu erwähnen, daß Mikrorelaischalter infolge der dabei verwendbaren Massenherstellungstechnologien aus dem Bereich der Halbleitertechnik eine Großserienherstellung bei sehr geringen Stückkosten zulassen.

Die erste der beiden obigen Definitionen der Erfindung verwendet nun zumindest einen Mikrorelaischalter, der ansprechend auf die Signale zumindest zweier Stromsensoren betätigt wird. Dabei ertast jeder Stromsensor den Strom durch einen jeweiligen Strompfad, etwa ein Kabel oder eine Leiterbahn. Die Auswerteinrichtung vergleicht die Signale untereinander und kann insoweit durch einen Fehlabgleich zwischen den einzelnen Signalen das Auftreten eines Fehlerstromes erfassen. Dementsprechend wird das Resultat dieser Auswertung ausschlaggebend für die Ansteuerung des Mikrorelaischalters.

In der zweiten Definition der Erfindung wurde ein Gesamtstromsensor erwähnt, der den Strom durch einen ersten Strompfad zusammen mit dem Strom durch den zweiten Strompfad ertast. Dabei ist an einen Stromsensor gedacht, der aufgrund der räumlichen Verhältnisse die für die Fehlerstromerfassung geeignete Summe aus beiden Strömen unter Berücksichtigung ihrer Richtungen ertast. Beispielsweise können zwei Leiterbahnen als Strompfade die zu vergleichenden Ströme in einander entgegengesetzten Richtungen führen, wobei der Gesamtstromsensor den Gesamtstrom ertast, im Falle von Beträgsleichheit also einen Nullstrom. Dementsprechend muß das Signal des Gesamtstromsensors durch die Auswerteinrichtung nur noch mit einem entsprechend kleinen Schwellenwert verglichen werden, um den Mikrorelaischalter anzusteuern.

Es ist natürlich auch möglich, daß der Gesamtstromsensor die Ströme durch die beiden (oder auch mehrere) Strompfade nicht mit der gleichen Empfindlichkeit ertast, sondern beispielsweise aufgrund bestimmter räumlicher Verhältnisse bei Beträgsidentität der Ströme kein Nullsignal liefert. Dann kann die Auswerteinrichtung natürlich auch dazu ausgelegt sein, das Signal des Gesamtstromsensors mit einem bestimmten Sollbereich in Beziehung zu setzen, der nicht auf den Wert Null zentriert ist.

Natürlich können die beiden Varianten der Erfindung auch in verschiedener Weise kombiniert sein.

Eine Ausgestaltung der Erfindung betrifft eine Fehler-

stromschutz-Schalteneinrichtung für Dreiphasenleitungen mit Nulleiter, bei denen also ein Fehlerstrom bezüglich des Abgleichs in vier Strompfaden zu ermitteln ist. Dazu können erfindungsgemäß vier Stromsensoren jeweils für einen Strompfad vorgesehen sein, deren Signale von der Auswerteeinrichtung ausgewertet werden.

Auch zusätzlich zu einem die Ströme durch zwei Strompfade messenden Gesamtstromsensor können ein dritter und ein vierter Stromsensor oder ein zweiter Gesamtstromsensor für den dritten und vierten Strompfad vorgesehen sein.

Die Auswerteeinrichtung ist eine vorzugsweise mikroelektronisch realisierte Schaltung, die dem Fachmann im Hinblick auf die Aufgabenstellung ohne weiteres klar ist.

Bei den Stromsensoren ist zunächst festzustellen, daß sie nicht notwendigerweise Bestandteil der erfindungsgemäßen Fehlerstromschutz-Schalteneinrichtung sein müssen. Dabei kann es sich ferner um konventionelle Stromsensoren, beispielsweise Induktionsspulen handeln. Im Hinblick auf die mit der Erfindung möglichen Vorteile betrifft die vorteilhafteste Wahl jedoch Hall-Sensoren, die als Halbleiterelemente ebenfalls vergleichsweise klein, leicht und preiswert realisiert sein können. Insbesondere sind mit Hall-Sensoren auch sehr geringe Nachweisgrenzen realisierbar, beispielsweise im Bereich von etwa 1 mA im Vergleich zu einer konventionellen Nachweisgrenze von etwa 10 mA oder darüber.

Bislang wurde die Erfindung in Zusammenhang mit einem Mikrorelaisschalter in einem der Strompfade beschrieben. Es können natürlich auch zwei oder mehrere Mikrorelaisschalter möglich sein, mit denen ein Teil der oder alle von der Erfassung betroffenen Strompfade geschaltet werden können. Im Fall der bereits erwähnten Dreiphasenleitungen mit Nulleiter ist es beispielsweise von Interesse, beim Erfassen eines Fehlerstroms alle vier Pole auszuschalten. Auch im Fall einer Leitung mit einer Phase und einem Nulleiter kann es von Vorteil sein, beide Leitungen unterbrechen zu können. Z. B. betrifft dies von der Notwendigkeit, bei der Installation darauf zu achten, Phase und Nulleiter an keiner Stelle miteinander zu vertauschen. Vor allem im Bereich von Steckverbindungen ist dies von Vorteil, weil diese häufig symmetrisch aufgebaut und insoweit auch unter Vertauschung von Nulleiter und Phase eingesteckt werden können. Insbesondere bestehen auch Sicherheitsvorschriften für IT-Schalter, die das Abschalten aller Pole verlangen.

Es wurde bereits darauf hingewiesen, daß hier der Begriff Mikrorelaisschalter in einem allgemeinen Sinn gebraucht wird, der sowohl ein einzelnes Mikrorelais als auch eine Schalteinrichtung aus zwei oder mehreren Mikrorelais umfaßt. Damit wird Rücksicht genommen auf die Tatsache, daß Mikrorelais technologiebedingt hinsichtlich ihrer Stromtragfähigkeit und Spannungsfestigkeit gewissen Grenzen unterworfen sind. Wenn dabei die Stromtragfähigkeit oder die Spannungsfestigkeit des einzelnen ins Auge gefaßten Mikrorelais für die beabsichtigte Anwendung nicht ausreicht, so ist erfindungsgemäß vorgesehen, spannungsteilende Serienschaltung aus zwei oder mehreren Mikrorelaiszellen und/oder stromteilende Parallelschaltungen zu verwenden. Es können auch Schaltfelder im Sinne von spannungsteilenden Serienschaltungen von in jeder Stufe der Serienschaltung stromteilend wirkende Parallelschaltungen verwendet werden. Zu diesem Aspekt wird verwiesen auf die am 9.10.1998 hinterlegte Voranmeldung "Neue elektrische Schalteinrichtung" derselben Anmelderin mit dem Aktenzeichen 198 46 639.0, deren Offenbarungsgehalt hier in begriffen ist.

Es sind jedoch zum Anmeldezeitpunkt dieser Erfindung technologische Tendenzen zur Ausföhrung einzelner Mikrorelais mit recht hohen Spannungs- und Stromverträglichkeiten bekannt. Weitere Verbesserungen in der Zukunft sind

demzufolge absehbar. Beispielsweise beschäftigt sich ein Forschungsprojekt des Herstellers Bosch zusammen mit der Universität Bremen mit der Entwicklung von Mikrorelais mit 24 V maximaler Schaltspannung und 25 A maximalem Schaltstrom. Aus den genannten Zahlenwerten ist zu erkennen, daß insbesondere mit einer ausreichenden Stromtragfähigkeit der Mikrorelais für viele Anwendungen beispielsweise bei Haushaltsstromnetzen zu rechnen ist. Dann genügt eine entsprechende Serienschaltung für die Anpassung an die jeweilige Spannungsvorgabe.

Es ist insbesondere von Vorteil, unterschiedliche Mikrorelaisschalter bei einer festliegenden Standardtechnologie und einer dementsprechend unveränderten Standardmikrorelaiszelle in unterschiedlichen Größen der Parallelschaltung, Serienschaltung oder des Schaltfeldes herzustellen. Dazu muß lediglich die Geometrie des Layouts verändert werden, beispielsweise durch Austausch des Maskensatzes. Im übrigen wird das Herstellungsverfahren praktisch nicht verändert. Hierdurch ergeben sich bei weitgehender Erhaltung der Kostenvorteile einer Großserienproduktion Möglichkeiten zur Abdeckung eines großen Bereichs verschiedenster elektrischer Spezifikationen. Dies gilt im übrigen sowohl für den Fall einzelner Mikrorelaisschalter als auch in integrierter Kombination mit anderen elektronischen Einrichtungen.

Der bereits erwähnte Vorteil der sehr schnellen Ansprechgeschwindigkeit der einzelnen Mikrorelaiszellen geht bei einer Verschaltung mehrerer Mikrorelaiszellen vorteilhafterweise ohne Skalierung unmittelbar in den gesamten Mikrorelaisschalter ein. Somit lassen sich auch bei großen Spezifikationswerten außerordentlich schnell ansprechende Fehlerstromschutz-Schalteneinrichtungen realisieren. Vergleichbare konventionelle Fehlerstromschutz-Schalter sind durch die Trägheit der bewegten Massen demgegenüber erheblich beschränkt.

Eine weitere Ausgestaltung der Erfindung besteht in einer Doppelfunktion der Auswerteeinrichtung, die der erfindungsgemäßen Fehlerstromschutz-Schalteneinrichtung zu einer Zweifunktion als Überstromschutz-Schalteneinrichtung verhilft. Dabei ist die Erfindung ein Äquivalent zu einem konventionellen elektromagnetischen Schutz. Dazu vergleicht die Auswerteeinrichtung die Signale der Stromsensoren mit einem einen Überstrom dehnierenden Schwellenwert und öffnet den oder die betroffenen Mikrorelaisschalter ansprechend auf das Resultat dieses Vergleichs. Auch hierzu wird der Offenbarungsgehalt der bereits zitierten Voranmeldung "Neue elektrische Schalteinrichtung" im Bezug genommen.

Die Erfindung kann in verschiedenen Integrationsvarianten realisiert sein. Zum einen können der oder die Mikrorelaisschalter, die Auswerteeinrichtung und gegebenenfalls auch die Hall-Sensoren jeweils als Halbleiterchips ausgeföhrt sein, die gemeinsam auf einer Platine montiert sind. Hier zeigt die Erfindung bereits wesentliche Vorteile, weil durch die der Halbleitertechnologie verwandte Bauform der Mikrorelaisschalter für die beteiligten Komponenten dieselbe Montagetechnologie oder zumindest sehr ähnliche Montagetechnologien bei kleiner Baugröße und geringem Gewicht verwendet werden können. In diesem Zusammenhang ist insbesondere darauf hinzuweisen, daß Hall-Sensoren ebenfalls auf einem Chip, etwa auf einem Siliziumchip, oder auch einem anderen Substratmaterial ausgeföhrt sein können. Als Beispiel für eine sehr der Mikroelektronik verwandte Bauform wird verwiesen auf "Cylindrical Hall Device" von H. Blanchard, L. Chiesi, R. Racz und R. S. Popovic, Proceedings IEDM 96, Seiten 541-544, IEEE 1996.

Die Erfindung eignet sich jedoch auch sehr gut dazu, verschiedene Bauteile auf einem Chip miteinander zu kombi-

nieren. Beispielsweise können die Auswerteeinrichtung und die Mikrorelaischalter integriert ausgeführt sein. Bei einer geeigneten Technologie der Hall-Sensoren können auch diese integriert sein. Andererseits kann es sinnvoll sein, nur die Auswerteeinrichtung und die Hall-Sensoren zu integrieren, während die Mikrorelaischalter als separater Chip oder separate Chips ausgeführt sind. Dies erlaubt die Kombination eines Standardbauteils für die Auswerteeinrichtung und die Hall-Sensoren mit verschiedenen Abstufungen für unterschiedliche elektrische Auslegungen der Mikrorelaischalter hinsichtlich ihrer Strom- und Spannungsbelastung. Auch die Integration weiterer elektronischer Bauteile, z. B. von Temperatursensoren für eine temperaturgesteuerte Auslegung der Mikrorelaischalter, von Zeitgeberschaltungen usw. ist möglich.

Integriert werden können ferner auch Vorrichtungen zur Anzeige des Ansprechens der Fehlerstromschutz-Schalteneinrichtung auf einen Fehlerstrom (oder auch auf einen Überstrom oder eine erhöhte Temperatur) in optischer oder akustischer Weise.

Im folgenden wird anhand der Figuren ein konkretes Ausführungsbeispiel der Erfindung beschrieben. Dabei offenbare Merkmale können auch einzeln oder in anderen als den dargestellten Kombinationen erfindungswesentlich sein.

Fig. 1 zeigt ein schematisiertes Schaltungsdiagramm eines Mikrorelaischalters einer erfindungsgemäßen Fehlerstromschutz-Schalteneinrichtung, und

Fig. 2 zeigt die vollständige Fehlerstromschutz-Schalteneinrichtung mit zwei Mikrorelaischaltern gemäß **Fig. 1**.

Fig. 1 zeigt einen aus 17 seriell geschalteten Stufen 2 mit jeweils 45 parallel geschalteten Mikrorelaiszellen 3 bestehenden Mikrorelaischalter 1. Jede Mikrorelaiszelle 3 entspricht technologisch dem bereits erwähnten Siemens-Siliziummikrorelais und ist mit jeweils einer Mikrorelaiszelle 3 der vorhergehenden und einer der nachfolgenden Stufe 2 elektrisch verbunden. Bei der letzten und bei der ersten der Stufen 2 sind die Anschlüsse zu jeweils der äußeren Seite zusammengeführt und an einen gemeinsamen Anschluß des Mikrorelaischalters 1 gelegt.

Man erkennt weiterhin in einer stark schematisierten Darstellung ein bewegliches Kontaktstück 4, das hier einer elektrostatisch verbiegbaren bzw. auslenkbaren Federzunge entspricht. Wesentlich bei der erfindungsgemäßen Schalteneinrichtung ist, daß all diese bewegbaren Kontaktstücke 4 synchron arbeiten, d. h. von einem einzigen gemeinsamen Signal geöffnet und geschlossen werden, insoweit wie Teile eines gemeinsam aufgebauten einheitlichen Schalters wirken.

Jede einzelne Mikrorelaiszelle 3 kann eine Spannung von etwa 24 V unterbrechen, so daß sich für den Mikrorelaischalter 1 eine abschaltbare Spannung von 400 V ergibt. Dies ist ein für viele Anwendungen günstiger Wert, bevorzugt sind insbesondere Werte über 200 bzw. 300 V.

Der schaltbare Laststrom für jede Mikrorelaiszelle 3 beträgt etwa 200 mA und ergibt damit einen Gesamtstrom von 9 A für den Mikrorelaischalter 1.

Dieser Mikrorelaischalter 1 benötigt eine Gesamtaktivierungsleistung von nur 5 mW und zeigt im leitenden Zustand eine Verlustleistung in der Größenordnung von 0,6 bis 1 W. Der letztgenannte Wert läßt sich jedoch durch eine weitere Verbesserung der Kontakte und eventuell eine Erhöhung der Schließkraft der Mikrorelaiszellen weiter senken. Insbesondere in Anbetracht der außerordentlich niedrigen Aktivierungsleistung besteht bei der Schließkraft erkennbar Spielraum.

Die in **Fig. 1** dargestellte Anordnung von einzelnen Mikrorelaiszellen 3 bildet insgesamt einen Mikrorelaischalter 1 im Sinne der Erfindung. Hierbei ist wesentlich, daß der

Mikrorelaischalter 1 einmitten geöffnet und geschlossen wird, d. h. alle beweglichen Kontaktstücke 4 der einzelnen Mikrorelaiszellen 3 gleichzeitig geöffnet bzw. geschlossen werden. Daher verhält sich das Schaltfeld aus den Mikrorelaiszellen 3 wie ein einheitlicher Schalter 1.

Fig. 2 zeigt zwei der in **Fig. 1** dargestellten Mikrorelaischalter 1 in einer erfindungsgemäßen Fehlerstromschutz-Schalteneinrichtung. Dabei ist der erste Mikrorelaischalter mit der Bezugsziffer 1 und der zweite Mikrorelaischalter, der identisch aufgebaut ist, mit der Bezugsziffer 1' bezeichnet. Der erste Mikrorelaischalter 1 und der zweite Mikrorelaischalter 1' sind jeweils in einen ersten Strompfad 8 bzw. einen zweiten Strompfad 8' geschaltet, wobei die beiden Strompfade 8, 8' von zwei im oberen Bereich der **Fig. 2** erkennbaren Leitungen abgezwigt sind und im unteren Bereich der **Fig. 2** zu einem Verbraucher weiterführen. Dabei entspricht beispielsweise der erste Strompfad 8 einer Phasenleitung und der zweite Strompfad 8' dem zugehörigen Nulleiter. Eine Erdleitung ist nicht eingezeichnet, weil sie für die Erfindung keine Rolle spielt.

Die beiden Mikrorelaischalter 1, 1', genauer gesagt ihre jeweiligen Kontaktstücke 4, sind angesteuert über eine Ansteuerleitung 9. Diese Ansteuerleitung 9 ist für beide Mikrorelaischalter 1, 1' identisch, weil die Mikrorelaischalter 1, 1' gemeinsam und zeitgleich geschaltet werden. Lediglich wegen der galvanischen Trennung zwischen dem phasenführenden ersten Strompfad 8 und dem zweiten Nulleiterstrompfad 8' sind zwei getrennte Mikrorelaischalter 1, 1' vorgesehen. Es könnte also auch durchaus ein gemeinsamer Mikrorelaischalter verwendet werden, wenn er galvanisch getrennte Anschlüsse für die Strompfade aufweist, die in Bezug aufeinander eine ausreichende Spannungsfestigkeit zeigen.

Die gemeinsame Ansteuerleitung 9 führt zu einer Auswerteeinrichtung 7, die im Hinblick auf ihre Funktion zwei Teile 7a und 7b aufweist. Beide Teile 7a und 7b der Auswerteeinrichtung 7 sind versorgt mit einem jeweiligen Ausgangssignal eines ersten Hall-Sensors 5 und eines zweiten Hall-Sensors 5'. Dabei erfaßt der erste Hall-Sensor 5 den Strom durch den ersten Strompfad 8 und der Hall-Sensor 5' den Strom durch den zweiten Strompfad 8'. Jeder der Hall-Sensoren 5, 5' benötigt eine Ansteuerleistung von etwa 60 bis 360 mW. Der Teil 7a der Auswerteeinrichtung 7 ermittelt aus den Signalen der Hall-Sensoren 5, 5' die Summe aus den Strömen durch die Strompfade 8, 8' unter Berücksichtigung ihrer Richtung, also die Differenz der Beträge. Liegt diese Summe bzw. Differenz über einem relativ klein bemessenen Schwellenwert von etwa 5 mA, so gibt der Teil 7a der Auswerteeinrichtung 7 ein Ansteuersignal über die Ansteuerleitung 9 aus, das die beiden Mikrorelaischalter 1, 1' innerhalb von etwa 150 µs nach der Erfassung des Fehlerstroms, d. h. der übermäßigen Stromsumme bzw. -differenz öffnet. Damit sind beide Strompfade 8, 8' unterbrochen, und der aufgrund des Fehlerstroms zu vermutende Defekt in dem von den Strompfaden 8, 8' versorgten Verbraucher kann behoben werden.

Andererseits überwacht der Teil 7b der Auswerteeinrichtung 7 die Signale der Hall-Sensoren 5, 5' jeweils für sich, d. h. vergleicht die erfaßten Stromgrößen einzeln mit einem Schwellenwert, der den maximal zulässigen Strom in den Strompfaden darstellt. Tritt ein Überstrom auf, also wird der Schwellenwert überschritten, so sorgt der Teil 7b der Auswerteeinrichtung 7 in gleicher Weise für eine sofortige Öffnung der Mikrorelaischalter 1 und 1'.

Damit besitzt die erfindungsgemäße Fehlerstromschutz-Schalteneinrichtung gleichzeitig die Funktion einer Überstromschutz-Schalteneinrichtung. Es ist klar, daß hierzu die gleichen Mikrorelaischalter 1, 1', Hall-Sensoren 5, 5' und

die gleiche Ansteuerleitung 9 verwendet werden können. Darüber hinaus ist die Darstellung der Auswerteeinrichtung 7 als aus zwei Teilen 7a und 7b bestehend nur auf die Funktion der Auswerteeinrichtung 7 bezogen. Es können innerhalb der Auswerteeinrichtung 7 für die beiden Funktionen 7a und 7b zu großen Teilen die gleichen Schaltungseinheiten verwendet werden, also beispielsweise die gleichen Eingangsstufen für die Signale der Hall-Sensoren 5, 5', die gleiche Ansteuerstufe für die Mikrorelaisschalter 1, 1' usw. Der Unterschied zwischen den beiden Teilen besteht nur in der Signalverarbeitung selbst, d.h. zwischen dem Vergleich zwischen zwei Stromsignalen mit einer durch den Fehlerstromschwellenwert vorgegebenen Toleranz einerseits und dem Vergleich des jeweiligen einzelnen Stromsignals mit dem Überstromschwellenwert andererseits.

Die Auswerteeinrichtung 7 ist als integrierte Si-Analogschaltung ausgeführt. Die Hall-Sensoren 5, 5' sind entsprechend der bereits zitierten Veröffentlichung "Cylindrical Hall Device" auf einem Si-Substrat ausgeführt. Bei der hier in Fig. 2 dargestellten Variante sind darüber hinaus die Auswerteeinrichtung 7, die Hall-Sensoren 5, 5' und die beiden Mikrorelaisschalter 1, 1' auf demselben einheitlichen Si-Chip 6 integriert. Bei diesem Ausführungsbeispiel entspricht die erfindungsgemäße Fehlerstromschutz-Schalteinrichtung also einem einzigen Si-Chip 6, der mit einem geeigneten Gehäuse mit entsprechenden Anschlüssen für eine konventionelle Haushaltsstromleitung versehen ist, der die beiden Strompfade 8, 8' außerhalb des Gehäuses entsprechen. Das Gehäuse ist in Fig. 2 nur symbolisch mit dem Rahmen 10 dargestellt und kann beispielsweise einem konventionellen Steckverbindungsgehäuse entsprechen.

Patentansprüche

1. Elektrische Fehlerstromschutz-Schalteinrichtung mit einem ersten Mikrorelaisschalter (1) in einem ersten Strompfad (8) und einer Auswerteeinrichtung (7) zum Empfangen und Auswerten von Signalen eines den Strom durch den ersten Strompfad (8) erfassenden ersten Stromsensors (5) und eines einen Strom durch einen zweiten Strompfad (8') erfassenden zweiten Stromsensors (5') durch Vergleich untereinander und Öffnen des ersten Mikrorelaisschalters (1) ansprechend auf ein Resultat der Auswertung.
2. Elektrische Fehlerstromschutz-Schalteinrichtung nach Anspruch 1, bei der die Auswerteeinrichtung (7) zum Empfangen und Auswerten von Signalen des ersten und des zweiten Stromsensors (5, 5') sowie eines einen Strom durch einen dritten Strompfad erfassenden dritten Stromsensors und eines einen Strom durch einen vierten Strompfad erfassenden vierten Stromsensors ausgelegt ist.
3. Elektrische Fehlerstromschutz-Schalteinrichtung nach Anspruch 1 oder 2, bei der die Stromsensoren (5, 5') Teil der Schalteinrichtung und durch Hall-Sensoren gebildet sind.
4. Elektrische Fehlerstromschutz-Schalteinrichtung mit einem ersten Mikrorelaisschalter (1) in einem ersten Strompfad (8) und einem einen Gesamtstrom durch den ersten Strompfad und zumindest einen zweiten benachbarten Strompfad erfassenden ersten Gesamtstromsensor und einer Auswerteeinrichtung zum Empfangen und Auswerten eines Signals des ersten Gesamtstromsensors und Öffnen des ersten Mikrorelaisschalters (1) ansprechend auf ein Resultat des Vergleichs.
5. Elektrische Fehlerstromschutz-Schalteinrichtung nach Anspruch 4 mit einem zweiten und einem dritten

Stromsensor oder mit einem zweiten Gesamtstromsensor zum Erfassen der Ströme bzw. des Gesamtstromes durch einen dritten und einen vierten Strompfad, wobei die Auswerteeinrichtung ausgelegt ist zum Empfangen und Auswerten von Signalen des ersten Gesamtstromsensors und des zweiten und des dritten Stromsensors bzw. des zweiten Gesamtstromsensors.

6. Elektrische Fehlerstromschutz-Schalteinrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche mit einem zweiten Mikrorelaisschalter (1') in dem zweiten Strompfad (8'), bei der die Auswerteeinrichtung (7) auch den zweiten Mikrorelaisschalter (1') ansprechend auf das Resultat der Auswertung öffnet.

7. Elektrische Fehlerstromschutz-Schalteinrichtung nach Anspruch 6 in Verbindung mit einem der Ansprüche 2, 3, 5 mit zumindest einem dritten Mikrorelaisschalter in zumindest dem dritten Strompfad, bei der die Auswerteeinrichtung auch zumindest den dritten Mikrorelaisschalter ansprechend auf das Resultat der Auswertung öffnet.

8. Elektrische Fehlerstromschutz-Schalteinrichtung nach Anspruch 4 oder 5, auch in Verbindung mit Anspruch 6 oder 7, bei der der oder die Stromsensoren (5, 5') bzw. Gesamtstromsensoren durch Hall-Sensoren gebildet sind.

9. Elektrische Fehlerstromschutz-Schalteinrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei der der oder die Mikrorelaisschalter (1, 1') jeweils eine spannungsteilend wirkende Serienschaltung von Mikrorelaiszellen (3) aufweisen.

10. Elektrische Fehlerstromschutz-Schalteinrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei der der oder die Mikrorelaisschalter (1, 1') jeweils eine stromteilend wirkende Parallelschaltung von Mikrorelaiszellen (3) aufweisen.

11. Elektrische Fehlerstromschutz-Schalteinrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei der der oder die Mikrorelaisschalter (1, 1') jeweils zumindest ein Mikrorelais (3) mit einem in elektrostatischer Weise mechanisch bewegten Kontaktstück (4) aufweisen.

12. Elektrische Fehlerstromschutz-Schalteinrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei der die Auswerteeinrichtung (7) die Signale des oder der Stromsensoren (5, 5') bzw. der Gesamtstromsensoren ferner jeweils mit einem Überstromschwellenwert vergleicht und den oder die Mikrorelaisschalter (1, 1') ansprechend auf das Resultat dieses Vergleichs öffnet.

13. Elektrische Fehlerstromschutz-Schalteinrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei der der oder die Mikrorelaisschalter, die Auswerteeinrichtung und gegebenenfalls die Hall-Sensoren jeweils als Chips auf einer Platine integriert sind.

14. Elektrische Fehlerstromschutz-Schalteinrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei der der oder die Mikrorelaisschalter (1, 1') und die Auswerteeinrichtung (7) auf einem Chip (6) integriert sind.

15. Elektrische Fehlerstromschutz-Schalteinrichtung nach Anspruch 3 oder 8, auch in Verbindung mit einem der Ansprüche 9-13, bei der die Auswerteeinrichtung (7) und die Hall-Sensoren (5, 5') auf einem Chip (6) integriert sind.

16. Elektrische Fehlerstromschutz-Schalteinrichtung nach Anspruch 3 oder 8, auch in Verbindung mit einem der Ansprüche 9-13, bei der der oder die Mikrorelaisschalter (1, 1'), die Auswerteeinrichtung (7) und die

Teil-Sensoren (5, 5) auf einem Chip (6) integriert sind

Hierzu 1 Seiten Zeichnungen

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -

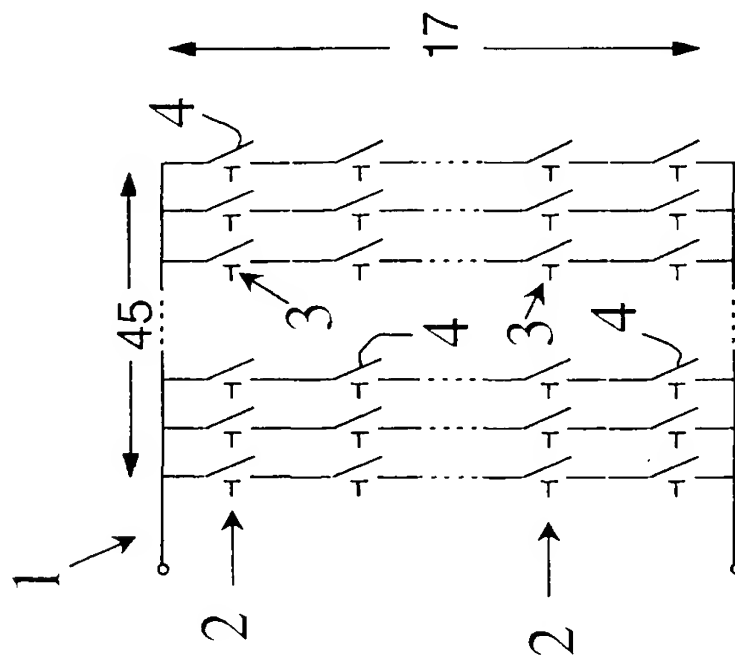
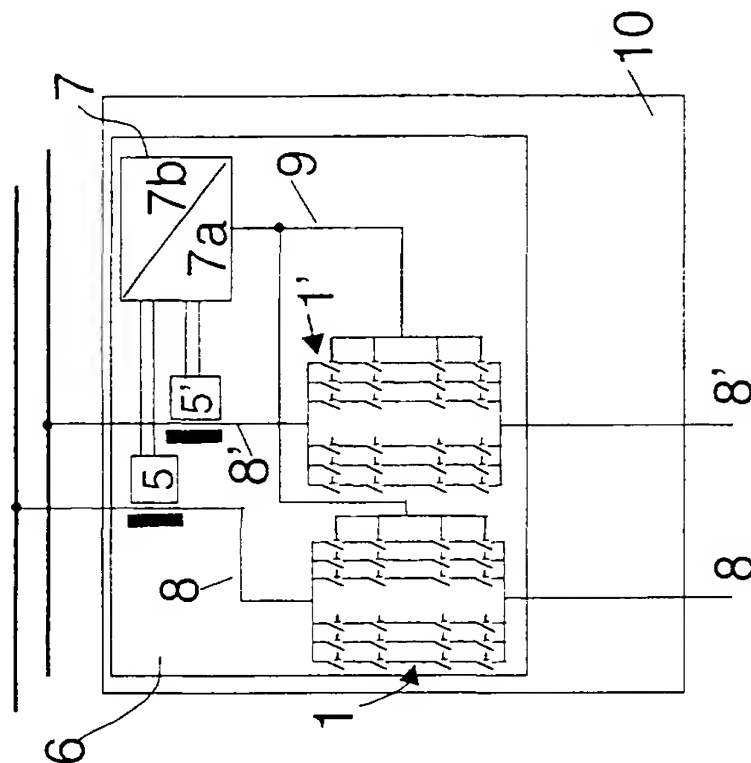
1
 10
 11

Fig. 2